

Received: 19 Apr. 2025, Revised: 8 May 2025

Accepted: 12 May 2025

บทความวิจัย**การพัฒนาสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด**ศกดิ์สิทธิ์ ทาแก้ว^{1*} รัฐพล ไกรกลาง²**บทคัดย่อ**

โปรตีนเป็นสารอาหารจำเป็นที่มีบทบาทสำคัญต่อร่างกาย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดและประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ สูตรอาหารเสริมพัฒนาเป็น 3 สูตร ได้แก่ Oral Crick 1, 2 และ 3 โดยใช้จิ้งหรีดสายพันธุ์ *Acheta domesticus* เป็นแหล่งโปรตีนหลัก และทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากอาสาสมัคร 50 คน ผลการศึกษาพบว่า Oral Crick 2 ได้รับความชอบประเมินสูงสุด โดยเฉพาะด้านรสชาติและเนื้อสัมผัส และจากการวิเคราะห์สารอาหารพบว่ามีใยอาหาร 10.93 กรัม/100 กรัม และปริมาณโปรตีนสูงถึง 32.05 กรัม/100 กรัม นอกจากนี้ยังมีปริมาณกรดอะมิโนจำเป็น เช่น กรดอะมิโนกลูตามิก ที่มีปริมาณสูงที่สุด และกรดอะมิโน ลิวซีน ไอโซลิวซีน และวาเลีน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดสามารถเป็นทางเลือกใหม่ในการบริโภคโปรตีนเพื่อส่งเสริมสุขภาพ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาทางคลินิกเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลต่อมวลกล้ามเนื้อในมนุษย์ และการพัฒนาเชิงผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ : อาหารเสริมโปรตีน, จิ้งหรีด, กรดอะมิโน

¹ นักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโภชนศาสตร์เพื่อสุขภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาโภชนศาสตร์เพื่อสุขภาพ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*Corresponding author E-mail: saksittakaew.day2538@gmail.com

Original Article

Development of Dietart Supplements Protein form Cricket

Saksit takaew^{1*} Ratthaphol kraiklang²

Abstract

Protein is an essential nutrient that plays a crucial role in the human body. This study aimed to develop a protein supplement formula derived from crickets and to evaluate the sensory acceptance of the product. Three formulations of the supplement, named Oral Crick 1, 2, and 3, were developed using *Acheta domesticus* crickets as the primary protein source. Sensory evaluation was conducted with 50 volunteers. The results revealed that Oral Crick 2 received the highest overall sensory scores, particularly in terms of taste and texture. Nutritional analysis showed that this formulation contained 10.93 grams of dietary fiber and a high protein content of 32.05 grams per 100 grams. In addition, it was rich in essential amino acids, with glutamic acid being the most abundant, followed by leucine, isoleucine, and valine all of which play important roles in promoting muscle strength. These findings suggest that cricket-based protein supplements could serve as a novel alternative for protein intake to support health. However, further clinical studies are needed to investigate their effects on human muscle mass and to support future product development.

Keywords: Protein supplement, Cricket, Amino acids

¹Students, Master of Public Health Program in Nutrition for Health, Graduate School, Khon Kaen University

²Assistant Professor, Department of Nutrition for Health, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

*Corresponding author E-mail: saksittakaew.day2538@gmail.com

บทนำ

โปรตีนเป็นสารอาหารหลักที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นกรดอะมิโน (amino acid) ซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย รวมถึงมีบทบาทในระบบภูมิคุ้มกัน การสังเคราะห์ฮอร์โมน เอนไซม์ และเป็นแหล่งพลังงานเมื่อร่างกายขาดแหล่งอื่น ๆ¹⁴ ปัจจุบันประชากรโลกมีแนวโน้มให้ความสำคัญกับโภชนาการเพื่อสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะการบริโภคอาหารที่มีโปรตีนสูง ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับกลุ่มเสี่ยง เช่น ผู้สูงอายุ นักกีฬา ผู้ที่มีภาวะทุพโภชนาการ และผู้ป่วยที่ต้องการฟื้นฟูร่างกาย³ แหล่งโปรตีนที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เช่น เนื้อสัตว์ ไข่ นม และพืชตระกูลถั่ว การพัฒนาแหล่งโปรตีนทางเลือกที่มีคุณภาพดีและยั่งยืนจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง² ปัญหาการขาดแคลนโปรตีนและผลกระทบต่อสุขภาพในหลายประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ประชากรบางส่วนยังคงประสบปัญหาการขาดแคลนโปรตีน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะทุพโภชนาการและส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของเด็ก ภูมิคุ้มกันที่อ่อนแอ และภาวะกล้ามเนื้อลีบในผู้สูงอายุ จากการศึกษาพบว่าผู้สูงอายุที่ได้รับโปรตีนต่ำกว่าค่าที่แนะนำมีแนวโน้มที่จะเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (sarcopenia) ซึ่งอาจนำไปสู่ความเสี่ยงต่อการหกล้มและกระดูกหัก นอกจากนี้ นักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกายหนักต้องการโปรตีนสูงกว่าปกติเพื่อเสริมสร้างและซ่อมแซมกล้ามเนื้อ การได้รับโปรตีนไม่เพียงพออาจส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพทางกายและการฟื้นตัวของร่างกาย^{8,9}

แนวโน้มและข้อจำกัดของโปรตีนมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ต้นทุนการผลิตที่สูง การเลี้ยงสัตว์ต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมาก รวมถึงน้ำ อาหารสัตว์ และพื้นที่เพาะเลี้ยง ทำให้ต้นทุนการผลิตเนื้อสัตว์สูงขึ้นตามไปด้วยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมปศุสัตว์เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ เช่น มีเทน และไนตรัสออกไซด์ ซึ่งเป็นตัวเร่งให้เกิดภาวะโลกร้อน² ปัญหาการแพ้อาหาร โปรตีนจากนมวัวและถั่วเหลืองเป็นสารก่อภูมิแพ้ที่พบบ่อยในเด็กและผู้ใหญ่บางกลุ่ม ทำให้ผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะมองหาทางเลือกแหล่งโปรตีนที่ปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ ข้อจำกัดด้านศาสนาและวัฒนธรรม ในบางศาสนาและวัฒนธรรม การบริโภคเนื้อสัตว์บางชนิดอาจถูกจำกัด ทำให้ต้องมองหาแหล่งโปรตีนอื่นที่สามารถตอบสนองความต้องการได้ จากข้อจำกัดดังกล่าว การค้นหาแหล่งโปรตีนทางเลือกที่สามารถทดแทนโปรตีนจากสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงกลายเป็นแนวโน้มสำคัญของอุตสาหกรรมอาหารและโภชนาการ

จิ้งหรีด แหล่งโปรตีนทางเลือกที่มีศักยภาพ จิ้งหรีดเป็นแมลงที่อุดมไปด้วยโปรตีน โดยปริมาณโปรตีนในจิ้งหรีดมีสูงถึง 60-70% ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมากกว่าโปรตีนในเนื้อสัตว์บางชนิด นอกจากนี้ จิ้งหรีดยังมีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน โดยเฉพาะกรดอะมิโนในกลุ่ม Branched-Chain Amino Acids (BCAAs) ได้แก่ ลิวซีน (Leucine) ไอโซลิวซีน (Isoleucine) และวาเลอีน (Valine) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างและซ่อมแซมกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนที่สูงแล้ว จิ้งหรีดยังเป็นแหล่งของสารอาหารอื่นๆ เช่น ใยอาหาร ซึ่งช่วยในระบบย่อยอาหาร วิตามินและเกลือแร่ เช่น ธาตุเหล็ก สังกะสี และแคลเซียม ไขมันดี โดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 ที่สำคัญ¹³ การเลี้ยงจิ้งหรีดใช้ทรัพยากรน้อยกว่าสัตว์ทั่วไป เช่น ใช้น้ำน้อยลงถึง 12 เท่าเมื่อเทียบกับการผลิตเนื้อวัว อีกทั้งยังปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่า ทำให้เป็นแหล่งโปรตีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม¹ ในปัจจุบันมีการพัฒนา "ผงจิ้งหรีด" (cricket powder) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปจิ้งหรีดให้เป็นผงละเอียด สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น ขนมปัง เครื่องดื่ม และอาหารเสริมโปรตีนสูง ด้วยศักยภาพของจิ้งหรีดในฐานะแหล่งโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้จึงมีความสำคัญในการศึกษาพัฒนาอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด เพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค โดยเฉพาะกลุ่มที่ต้องการโปรตีนสูง เช่น ผู้สูงอายุ นักกีฬา และผู้ที่มีภาวะทุพโภชนาการ

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดสายพันธุ์ *Acheta domesticus* และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการเพื่อประเมินศักยภาพในฐานะแหล่งโปรตีนทางเลือก

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด
2. เพื่อประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสในสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากร คือ บุคคลทั่วไปที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาล บางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 50 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion criteria) ดังนี้ บุคคลทั่วไป อายุ ≥ 20 ปีขึ้นไป ส่วนเกณฑ์การยกเว้นกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมงานวิจัย (Exclusion criteria) ดังนี้ ผู้ที่มีประวัติอาการแพ้โปรตีนจากจิ้งหรีด ผู้ที่มีประวัติแพ้อาหารประเภทแมลงและโคติน ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่มีค่าการทำงานของไต $eGFR \leq 45$ มล./นาที/1.73 ตร.ม. ผู้ที่มีความผิดปกติทางประสาทสัมผัส เช่น การรับรส และกลิ่น ผู้ที่มีโรคประจำตัวเป็นโรคมะเร็ง และผู้ที่มีประวัติแพ้ กุ้ง ปู ด้วยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental sampling) (ดัดแปลงจาก ไพโรจน์ วิริยจारी, 2545)⁴

การกำหนดสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด

กำหนดสูตรเป็น 3 สูตร ได้แก่ สูตร Oral Crick 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยใช้อัตราส่วนของวัตถุดิบที่แตกต่างกันแต่วัตถุดิบชนิดเดียวกัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ใช้ Randomized Complete Block Design (RCBD) แต่ใช้สูตรอ้างอิงของ (Panass, 2023)¹¹ ได้ศึกษาอาหารเสริมทางปากที่มีโปรตีนสูงและเสริมลิซซีน ซึ่งในสูตรกำหนด % Distribution: CHO: Protein: Fat เท่ากับ 45:23:32, 40:23:37 และ 50:23:27 ตามลำดับ ซึ่งให้ได้ปริมาณ 250 มิลลิกรัม โดยให้พลังงาน 300 กิโลแคลอรี เมื่อได้สูตรอาหารเสริมโปรตีนจึงนำสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด 3 สูตรไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สารอาหารด้วย INMUCALNutrients V.4.0 เพื่อดูพลังงานสารอาหารที่เหมาะสม จากนั้นนำไปประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสและทำการคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของกรดอะมิโน

การเตรียมตัวอย่างอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด

นำผงจิ้งหรีดขาวบดผงสำเร็จรูป นมผงพร่องมันเนย ผงผักรวม ผงวนิลลา Maltodextrin และ MCT Oil ใส่ลงในถ้วยตวง ตามลำดับ ตามน้ำหนักของปริมาณแต่ละสูตรได้แก่ Oral Crick 1,2 และ 3 หลังจากนั้นนำผงทั้งหมดในแต่ละสูตรผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันจะได้ทั้งหมด 3 สูตร ได้แก่ Oral Crick 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยเตรียมที่อุณหภูมิระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดทั้ง 3 สูตร มาทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส มีจำนวนผู้ทดลอง 50 คน โดยจะให้ผู้ทดลองชิมอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดทั้ง 3 สูตร แบบ 3 ซ้ำ กล่าวคือ ใน 1 คน จะต้องชิมทั้งหมด 3 สูตร สูตรละ 3 ครั้ง โดยใช้เป็นแบบสอบถามการประเมินคุณลักษณะต่างๆ ของอาหารเสริมซึ่งทดสอบลักษณะสีปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยที่ผู้ทดสอบสามารถให้คะแนนตามระดับความชอบต่ออาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ในแบบสอบถามจะมีคะแนนให้ 9 ระดับ ตั้งแต่ชอบมากที่สุดจนถึงไม่ชอบมากที่สุด ทั้งนี้ให้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดสำหรับสูตร Oral Crick 2

วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสูตรอาหารเสริม ด้วยวิธี AOAC (2000) และ ISO จากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหาร โรงงานต้นแบบสำหรับแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหาร ศูนย์บริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประกอบด้วย การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารหยาบ การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต การวิเคราะห์ปริมาณพลังงาน

การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนสำหรับสูตร Oral Crick 2

การศึกษานี้วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนด้วย HPLC (High Performance Liquid Chromatography) จาก Research Instrument Center Khon Kaen University

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมคำนวณสารอาหาร INMUCAL-Nutrients V.4.0 (สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล) เพื่อใช้คำนวณพลังงานและสารอาหารให้มีความเหมาะสม
2. โปรแกรม STATA v.15

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ผลการประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุด ด้วยสถิติเชิงพรรณนา เพื่อหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยเลือกใช้โปรแกรม STATA v.15
2. การประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดทั้ง 3 สูตรไปวิเคราะห์เพื่อดูความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบผลการทดลองจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ด้วย Kruskal-wallis test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และใช้ Dunn's test (Post Hoc Comparison) เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยโปรแกรม STATA v.15

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในมนุษย์ซึ่งต้องขอขออนุญาตด้วยมนุษยธรรมและจริยธรรมและไม่เป็นการกระทำที่ผิดกฎหมาย โดยผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่โครงการ HE672100 เลขที่อ้างอิงคือ อว 660201.2.3/2880 ให้ไว้ ณ วันที่ 28 พฤษภาคม 2567

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลลักษณะของประชากร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน โดยแบ่งตามช่วงอายุ ได้แก่ ต่ำกว่า 30 ปี, 31-40 ปี, 41-50 ปี และมากกว่า 50 ปี พบว่ากลุ่มอายุที่มีจำนวนมากที่สุดคือช่วง 41-50 ปี ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 24 คน คิดเป็นร้อยละ 48.00 รองลงมาคือกลุ่มอายุ 31-40 ปี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 24.00 และกลุ่ม มากกว่า 50 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 22.00 ขณะที่กลุ่มอายุ ต่ำกว่า 30 ปี มีจำนวนน้อยที่สุด คือเพียง 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.00

ตารางที่ 1 ข้อมูลลักษณะของประชากร

ตัวแปร	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
เพศ		
ชาย	23	46.00
หญิง	27	54.00
อายุ (ปี)		
ต่ำกว่า 30 ปี	3	6.00
31 - 40 ปี	12	24.00
41 - 50 ปี	24	48.00
มากกว่า 50 ปี	11	22.00

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนจากจังหวัด

พบว่า สูตร Oral Crick 1 ปริมาณรวม 73.00 กรัม มีพลังงาน 300.05 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 29.98 กรัม โปรตีน 17.55 กรัม ไขมัน 11.33 กรัม และใยอาหาร 2.83 กรัม สูตร Oral Crick 2 ปริมาณรวม 70.50 กรัม มีพลังงาน 300.05 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 25.48 กรัม โปรตีน 17.55 กรัม ไขมัน 13.47 กรัม และใยอาหาร 2.83 กรัม และ สูตร Oral Crick 3 ปริมาณรวม 75.50 กรัม มีพลังงาน 300.05 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 34.48 กรัม โปรตีน 17.55 กรัม ไขมัน 9.47 กรัม และใยอาหาร 2.83 กรัม ในการพัฒนาสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจังหวัดการปรับเปลี่ยนส่วนประกอบของ Maltodextrin และ MCT Oil เนื่องจากส่วนประกอบทั้งสองเป็นแหล่งหลักของพลังงานในรูปของ คาร์โบไฮเดรตและไขมันตามลำดับ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสัดส่วนของสารอาหารหลักที่กำหนดไว้ในแต่ละสูตร การกระจายสูตรและปริมาณรวมที่ไม่เท่ากัน (73.00, 70.50 และ 75.50 กรัม) เนื่องจากต้องการให้แต่ละสูตรมีพลังงานรวม (300.05 kcal) เท่ากัน แต่มีการปรับเปลี่ยนสัดส่วน คาร์โบไฮเดรต : โปรตีน : ไขมัน (CHO : Protein : Fat) ในแต่ละสูตร จึงต้องมีการปรับปริมาณรวมของส่วนผสมให้สอดคล้องกับพลังงานที่ได้

ตารางที่ 2 สูตรผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนจากจังหวัด Oral Crick สูตร 1,2 และ 3

วัตถุดิบ	Oral Crick 1 %Distribution (45:23:32)						Oral Crick 2 %Distribution (40:23:37)						Oral Crick 3 %Distribution (50:23:27)					
	ปริมาณ (g)	Energy	CHO	Protein	Fat	Fiber	ปริมาณ (g)	Energy	CHO	Protein	Fat	Fiber	ปริมาณ (g)	Energy	CHO	Protein	Fat	Fiber
จังหวัดข้าว บดผง	22.00	90.19	1.21	17.15	1.33	1.17	22.00	90.19	1.21	17.15	1.47	1.17	22.00	90.19	1.21	17.15	1.47	1.17
นมผงพร้อม มันเนย	2.00	7.20	1.44	0.40	-	-	2.00	7.20	1.44	0.40	-	-	2.00	7.20	1.44	0.40	-	-
ผงผักรวม	5.00	16.66	3.33	<1	-	1.66	5.00	16.66	3.33	<1	-	1.66	5.00	16.66	3.33	<1	-	1.66
ผงวนิลา	10.00	-	-	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-
Maltodextrin	24.00	96.00	24.00	-	-	-	19.50	78.00	19.50	-	-	-	28.50	114.00	28.5	-	-	-
MCT Oil	10.00	90.00	-	-	10.00	-	12.00	108.00	-	-	12.00	-	8.00	72.00	-	-	8.00	-
รวม	73.00	300.05	29.98	17.55	11.33	2.83	70.50	300.05	25.48	17.55	13.47	2.83	75.50	300.05	34.48	17.55	9.47	2.83

3. การประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนจากจังหวัด ได้แก่

ลักษณะสีปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ทั้ง 3 สูตร

การประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนจากจังหวัดในรูปแบบเครื่องดื่ม 3 สูตร ได้แก่ Oral Crick 1, 2 และ 3 โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ซึ่งชิมผลิตภัณฑ์ในแต่ละสูตรซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อเพิ่มความแม่นยำของผลการประเมินโดยการวัดประเมินประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ลักษณะสีปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบในระดับ 1-9 จากผลการวิเคราะห์ พบว่า สูตร Oral Crick 2 ได้รับการยอมรับโดยรวมดีที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ที่ 7.23 ± 0.56 ซึ่งอยู่ในระดับ “ปานกลาง - มาก” รองลงมาคือ สูตร Oral Crick 3 ที่ได้คะแนน 6.70 ± 0.64 และ สูตร Oral Crick 1 ที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด 6.45 ± 0.72 ซึ่งยังถือว่าอยู่ในระดับ “เล็กน้อย - ปานกลาง” ในด้านลักษณะสีปรากฏ ทั้งสามสูตรได้คะแนนในระดับใกล้เคียงกันและอยู่ในระดับ “ปานกลาง - มาก” โดย Oral Crick 2 ได้คะแนนสูงสุดที่ 7.17 ± 0.56 รองลงมาคือ Oral Crick 3 (7.16 ± 0.65) และ Oral Crick 1 (7.05 ± 0.67) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสามสูตรมีความสม่ำเสมอในด้านการออกแบบสีสำหรับกลิ่น และรสชาติ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจบริโภค พบว่า สูตร Oral Crick 2 ได้คะแนนสูงสุดในทั้งสองด้าน โดยกลิ่นอยู่ที่ 6.69 ± 0.64 และรสชาติ 6.90 ± 0.57 ขณะที่สูตรอื่น ๆ ได้คะแนนต่ำกว่านี้เล็กน้อย โดยเฉพาะรสชาติของสูตร Oral Crick 1 และ 3 ซึ่งอยู่ที่ประมาณ 6.10 - 6.11 ในด้านเนื้อสัมผัส สูตร Oral Crick 2 ยังคงโดดเด่นด้วยคะแนน 6.73 ± 0.72 ขณะที่ Oral Crick 3 และ 1 อยู่ที่ 6.52 และ 6.40 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สูตร Oral Crick 2 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในทุกด้าน และมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเชิงพาณิชย์ ในขณะที่สูตรที่ 1 และ 3 ยังอยู่ในเกณฑ์ดี แต่มีจุดที่สามารถพัฒนาได้เพิ่มเติมโดยเฉพาะในเรื่องรสชาติและกลิ่นเพื่อเพิ่มระดับความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต หลังจากนั้น จึงนำผลไปวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ด้วย Kruskal-Wallis test ของสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจังหวัด Oral Crick ทั้ง 3 สูตรเพื่อหาผลลัพธ์ความแตกต่าง โดยรายงานผลเป็นค่า p-value พบว่า ลักษณะสีปรากฏ ($p > 0.05$), กลิ่น ($p < 0.05$), รสชาติ ($p < 0.05$), เนื้อสัมผัส ($p < 0.05$) และความชอบโดยรวม ($p < 0.05$) ในด้านการเปรียบเทียบระหว่างสูตร Oral Crick 1, 2 และ 3 ในการประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ พบว่า ด้านกลิ่น Oral Crick 1 กับ Oral Crick 2 และ Oral Crick 2

กับ Oral Crick 3 ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ด้านรสชาติ Oral Crick 1 กับ Oral Crick 2 และ Oral Crick 2 กับ Oral Crick 3 ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ด้านเนื้อสัมผัส Oral Crick 1 กับ Oral Crick 2 และ Oral Crick 2 กับ Oral Crick 3 ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และความชอบโดยรวม Oral Crick 1 กับ Oral Crick 2 และ Oral Crick 2 กับ Oral Crick 3 ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 3 การยอมรับและความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดสูตร Oral Crick สูตร 1,2 และ 3

คุณลักษณะ	Oral Crick 1		Oral Crick 2		Oral Crick 3	
	$\bar{x} \pm$ S.D.	การแปลผล	$\bar{x} \pm$ S.D.	การแปลผล	$\bar{x} \pm$ S.D.	การแปลผล
สีปรากฏ	7.05 \pm 0.67	ปานกลาง - มาก	7.17 \pm 0.56	ปานกลาง - มาก	7.16 \pm 0.65	ปานกลาง - มาก
กลิ่น	6.52 \pm 0.70	เล็กน้อย - ปานกลาง	6.69 \pm 0.64	เล็กน้อย - ปานกลาง	6.44 \pm 0.70	เล็กน้อย - ปานกลาง
รสชาติ	6.10 \pm 0.63	เล็กน้อย - ปานกลาง	6.90 \pm 0.57	เล็กน้อย - ปานกลาง	6.11 \pm 0.59	เล็กน้อย - ปานกลาง
เนื้อสัมผัส	6.40 \pm 0.74	เล็กน้อย - ปานกลาง	6.73 \pm 0.72	เล็กน้อย - ปานกลาง	6.52 \pm 0.72	เล็กน้อย - ปานกลาง
ความชอบโดยรวม	6.45 \pm 0.72	เล็กน้อย - ปานกลาง	7.23 \pm 0.56	ปานกลาง - มาก	6.70 \pm 0.64	เล็กน้อย - ปานกลาง

3.การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดสำหรับสูตร Oral Crick 2

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีในปริมาณต่อ 100 กรัม พบว่าให้พลังงาน 376.67 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 40.09 กรัม โปรตีน 32.05 กรัม ไขมันในปริมาณ 9.79 กรัม ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งเหมาะสำหรับการให้พลังงานใยอาหารในปริมาณ 10.93 กรัม และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่บ่งบอกผ่านค่าปริมาณเถ้าที่ 2.49% ส่วนค่าความชื้นเพียง 4.65%

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางเคมี สูตร Oral Crick 2 (ต่อปริมาณ 100 กรัม)

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี	ปริมาณ	SD
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	376.67	±4.59
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	40.09	±0.61
โปรตีน (กรัม)	32.05	±0.48
ไขมัน (กรัม)	9.79	±0.56
ใยอาหาร (กรัม)	10.93	±0.49
เถ้า (%)	2.49	±0.03
ความชื้น (%)	4.65	±0.02

4. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโน สูตร Oral Crick 2

การวิเคราะห์ทั้ง 3 ครั้งพบว่า พบชนิดของกรดอะมิโนทั้งหมด 17 ชนิด และในแต่ละชนิดมีปริมาณที่แตกต่างกัน โดยพบว่า กรดอะมิโนกลูตามิก (Glutamic Amino acid) มีปริมาณสูงสุด ทั้งนี้ยังพบกรดอะมิโนที่มีส่วนสำคัญในการสร้างกล้ามเนื้อในกลุ่มของอะมิโนโซ่กิ่ง (branch chain amino acids: BCAAs) ได้แก่ leucine, isoleucine และ valine เมื่อดูผลจากการวิเคราะห์อะมิโนกลุ่มนี้ พบว่า การวิเคราะห์ทั้ง 3 ครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ยได้ 3.20, 1.44 และ 2.12 mg/100 mg ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนในอาหารเสริมโปรตีนจากจังหวัด (มิลลิกรัม/ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง) สูตร Oral Crick 2

ชนิดกรดอะมิโน	\bar{x}	SD
1 ASP	3.83	0.19
2 THR	1.69	0.09
3 SER	2.17	0.12
4 GLU	5.19	0.28
5 GLY	2.20	0.11
6 ALA	3.89	0.20
7 CYS	0.12	0.00
8 VAL	2.12	0.13
9 MET	0.04	0.01
10 ILEU	1.44	0.07
11 LEU	3.20	0.18
12 TYR	2.12	0.12
13 PHE	1.48	0.05
14 HIS	3.07	0.16
15 LYS	2.38	0.12
16 ARG	2.51	0.13
17 PRO	2.61	0.10

สรุปผล

ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครที่ได้ตอบแบบสอบถามการประเมินทางประสาทสัมผัส จำนวนทั้งสิ้น 50 คน จากที่ทำแบบสอบถามพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 54.00) และส่วนใหญ่อายุมากกว่า 40 ปี (ร้อยละ 52.00) การทดสอบความยอมรับและความชอบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด (Oral Crick 1, 2 และ 3) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละด้านอยู่ในระดับ "ชอบเล็กน้อย" ถึง "ชอบปานกลาง" โดย Oral Crick 2 ได้คะแนนรวมสูงสุด (เฉลี่ย 7.23) ในระดับชอบปานกลาง ขณะที่ด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ลักษณะสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และการเปรียบเทียบระหว่างสูตร Oral Crick 1, 2 และ 3 ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ พบว่า สูตร Oral Crick 2 มีผลการประเมินสูงกว่าสูตร Oral Crick 1 และ 3 ในตัวแปรหลายด้านโดยเฉพาะรสชาติและความชอบโดยรวม ทั้งนี้คะแนนเฉลี่ยที่สูงกว่า 6 ถือว่าได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับที่น่าพอใจ และการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดสูตร Oral Crick 2 ในปริมาณ 100.00 กรัม พบว่ามีพลังงาน 265.55 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 28.86 กรัม โปรตีน 22.59 กรัม ไขมัน 6.90 กรัม และใยอาหาร 7.70 กรัม โดยปริมาณโปรตีนและใยอาหารสูงกว่าสูตรที่กำหนดไว้ในปริมาณ 70.50 กรัม นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนจำเป็นกลุ่ม BCAA ที่มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างกล้ามเนื้อ ได้แก่ ลิวซีนเฉลี่ย 3.20 กรัม ไอโซลิวซีนเฉลี่ย 1.44 กรัม และวาเลีนเฉลี่ย 2.12 กรัม ซึ่งวิเคราะห์ 3 ครั้งและแสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในระดับที่เหมาะสม จากผลการสำรวจความคิดเห็นด้านประสาทสัมผัส พบว่า สูตร Oral Crick 2 ได้รับความชอบมากที่สุด (ร้อยละ 44.00) ขณะที่ข้อเสนอแนะด้านไม่ชอบคือรสชาติจืด (ร้อยละ 10.00) สูตร Oral Crick 1 มีผู้ชื่นชอบร้อยละ 26.00 และไม่ชอบเพราะรสจืด (ร้อยละ 12.00) ส่วนสูตร Oral Crick 3 มีผู้ชอบร้อยละ 32.00 และไม่ชอบเพราะมีกลิ่นค่อนข้างแรง (ร้อยละ 10.00) แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการพัฒนารสชาติและกลิ่นของผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มความพึงพอใจ

อภิปรายผล

อาหารเสริมโปรตีนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เสริมปริมาณโปรตีนในร่างกาย โดยเหมาะสำหรับผู้ที่มีความต้องการโปรตีนสูง เช่น นักกีฬา ผู้ที่ออกกำลังกายเพื่อสร้างกล้ามเนื้อ ผู้ลดน้ำหนัก และผู้สูงอายุที่ต้องการรักษามวลกล้ามเนื้อ เนื่องจากโปรตีนมีบทบาทสำคัญในร่างกาย ช่วยซ่อมแซมเนื้อเยื่อ สร้างกล้ามเนื้อ และเสริมภูมิคุ้มกัน¹² แหล่งโปรตีนหลักในผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาจากเวย์ (whey protein) ซึ่งสกัดจากนม เคซีน (casein) หรือโปรตีนจากพืช เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลันเตา และข้าวกล้อง¹⁰ ปัจจุบันรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนในท้องตลาดมีหลายรูปแบบ เช่น ผงโปรตีน บาร์โปรตีน หรือเครื่องดื่มพร้อมดื่ม เป็นต้น อาหารเสริมดังกล่าวเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย ในผู้ที่ต้องการดูแลสุขภาพ ผู้ที่ต้องการเสริมโปรตีนทั้งในกลุ่มผู้ที่ออกกำลังกายรวมถึงในกลุ่มผู้ป่วย การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนในครั้งนี้ ได้เลือกใช้โปรตีนที่มาจากจิ้งหรีดขาวสายพันธุ์ *Acheta domesticus* เนื่องจากมีปริมาณโปรตีน แร่ธาตุหลักและแร่ธาตุรอง รวมถึงมีชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนที่สำคัญในปริมาณที่สูง¹³ จากการพัฒนาสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดซึ่งกำหนดให้ผงจิ้งหรีดเป็นแหล่งโปรตีนหลักโดยใช้ในปริมาณคงที่ 22.00 กรัม ในทุกสูตร ซึ่งให้โปรตีนประมาณ 17.15 กรัม และเมื่อรวมกับนมผงพร่องมันเนยเป็นแหล่งโปรตีนรอง ทำให้สูตรทั้งหมดมีปริมาณโปรตีนเท่ากันที่ 17.55 กรัม เพื่อควบคุมปัจจัยโปรตีนให้เท่ากันขณะเปรียบเทียบกับด้านอื่น ๆ ในขณะเดียวกัน การควบคุมพลังงานรวมต่อหน่วยบริโภคให้เท่ากันที่ 300.05 กิโลแคลอรี เป็นหลักการสำคัญในการออกแบบสูตรเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลทางประสาทสัมผัสได้อย่างเที่ยงตรง โดยมีการปรับ สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตและไขมัน (CHO:Protein:Fat) ให้แตกต่างกันในแต่ละสูตรส่งผลให้ต้องปรับปริมาณของ Maltodextrin และ MCT Oil ซึ่งเป็น

แหล่งพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตและไขมันตามลำดับหลักการออกแบบสูตรของ Oral Crick 1,2 และ 3 จะช่วยให้สามารถทดสอบการตอบรับทางประสาทสัมผัสได้อย่างเป็นธรรมชาติโดยที่ควบคุมตัวแปรสำคัญ เช่น พลังงานและโปรตีนให้เท่ากันทุกสูตร จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าสูตร Oral Crick 2 ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด และเมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ให้พลังงาน 376.67 กิโลแคลอรี โปรตีน 32.05 กรัม และใยอาหาร 10.93 กรัม (ต่อปริมาณ 100 กรัม) ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับผู้ที่ต้องการโปรตีนในปริมาณที่สูงหรือในกลุ่มผู้ที่บริโภคอาหารในกลุ่มโปรตีนไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เมื่อนำผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด Oral Crick 2 ไปเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ในท้องตลาดที่เป็นสูตรชนิดโปรตีนสูง พบว่า Oral Crick 2 มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดในขณะที่ปริมาณไขมันค่อนข้างต่ำ มีกากใยค่อนข้างสูง และเมื่อนำไปเทียบกับค่าปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวัน (dietary reference intakes; DRIs) Oral Crick 2 จะให้โปรตีนสูงถึง 32.05 กรัม (ต่อ 100 กรัม) คิดเป็นประมาณร้อยละ 60.47-65.41 ของความต้องการโปรตีนต่อวันสำหรับเพศหญิงวัยผู้ใหญ่ถึงวัยสูงอายุ (49-53 กรัม) และคิดเป็นประมาณร้อยละ 52.54-57.23 ของความต้องการโปรตีนต่อวันสำหรับเพศชายวัยผู้ใหญ่ถึงวัยสูงอายุ (56-61 กรัม) จากการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน พบว่ามีปริมาณกรดอะมิโนกลูตามิคสูงที่สุด ซึ่งช่วยให้อาหารมีรสชาติกลมกล่อม¹³ และมีประโยชน์โดยเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในการสร้างสารสื่อประสาท ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนรู้และด้านความจำ⁷ นอกจากนี้ยังพบว่ากรดอะมิโนสายโซ่กิ่งซึ่งมีความสำคัญต่อการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ ได้แก่ ลิวซีน ไอโซลิวซีน และวาลีน มีปริมาณที่สูงในสูตรอาหารอีกด้วย

การประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส โดยพิจารณาจากคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะสี ผลการทดสอบพบว่า Oral Crick 2 ได้รับคะแนนสูงสุดในด้านลักษณะสีปรากฏ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาชิต ชุกกลิ่น⁵ ที่ศึกษาการพัฒนาขนมขบเคี้ยวจากข้าวไร้พื้นเมืองนครเสริมโปรตีนผงจิ้งหรีดด้วยเครื่องเอกซเรย์สกรูคู่ผู้ผลิตภัณฑ์ทางการค้า พบว่าการเสริมผงจิ้งหรีดในผลิตภัณฑ์ทำให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น แต่ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคสำหรับลักษณะด้านกลิ่น ผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่า Oral Crick 2 ได้รับคะแนนสูงสุดในด้านกลิ่น แต่ยังคงอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของอัจฉรา ดลวิทยาคุณ⁶ ที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดพบว่า ผู้บริโภคบางกลุ่มยังมีความลังเลในการยอมรับกลิ่นของโปรตีนจากจิ้งหรีดเนื่องจากผงจิ้งหรีดมีกลิ่นที่ค่อนข้างแรงและเฉพาะตัว การศึกษาในครั้งนี้จึงใช้ผงวนิลลาในการลดกลิ่นของผงจิ้งหรีดอบแห้งเพื่อให้มีกลิ่นที่หอมเพิ่มมากขึ้น ลักษณะด้านรสชาติ ผลการทดสอบพบว่า Oral Crick 2 ได้รับคะแนนสูงสุดในด้านรสชาติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาชิต ชุกกลิ่น⁵ ที่พบว่าการเสริมผงจิ้งหรีดในขนมขบเคี้ยวทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม คะแนนที่ได้รับยังอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากมีข้อเสนอแนะว่าผลิตภัณฑ์อาหารเสริมจากโปรตีนทางเลือกที่ได้จากผงจิ้งหรีดยังมีรสชาติที่จืด ซึ่งบ่งชี้ว่าผู้บริโภคยังมีความคาดหวังต่อการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์ ในส่วนของลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีผลต่อการบริโภค ผลการทดสอบชี้ว่า Oral Crick 2 ได้รับคะแนนสูงสุดในด้านเนื้อสัมผัส แต่ยังคงอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาชิต ชุกกลิ่น⁵ ที่ระบุว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของผงจิ้งหรีดในระดับปานกลาง ซึ่งการปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้มีความนุ่มนวลและเข้ากับความชอบของผู้บริโภคจะช่วยเพิ่มความพึงพอใจ สูตร Oral Crick 2 ที่ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุดเนื่องจาก ความแตกต่างของการตอบสนองทางประสาทสัมผัสนั้น ไม่ได้เกิดจากปริมาณผงจิ้งหรีดแต่อยู่ที่การออกแบบสัดส่วนของสารอาหารอื่น ๆ โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ซึ่งสูตร Oral Crick 2 มีสัดส่วนไขมันมากที่สุดในทุกสูตร (13.47 กรัม) จากการใช้ MCT Oil ถึง 12 กรัม ซึ่งช่วยสร้างความรู้สึกนุ่ม ลื่น และกลมกล่อมในเนื้อสัมผัส อีกทั้งไขมันยังเป็นตัวพาสารระเหยและกลิ่นทำให้กลิ่นเฉพาะของจิ้งหรีดลดความเด่นลง ขณะเดียวกันสูตรนี้มีคาร์โบไฮเดรตในระดับปานกลาง (25.48 กรัม) จาก Maltodextrin 19.5 กรัม ซึ่งเพียงพอที่จะให้ความนุ่มโดยไม่หวานจัดหรือขึ้นเกินไป ส่งผลให้โดยรวมแล้วสูตรนี้มีความสมดุลของรสชาติและเนื้อ

สัมผัสดีกว่าสูตรอื่น รูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ชนิดเสริมตีมนในท้องตลาดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ ที่มีการปรับปริมาณสารอาหารให้มีความเหมาะสมต่อภาวะสุขภาพตามชนิดและประเภทของอาหารทางการแพทย์นั้น ราคาโดยประมาณของอาหารทางการแพทย์อยู่ระหว่าง 0.8-1 บาทต่อกรัม ประมาณ (370.00- 400.00 กรัม) มีราคาประมาณ 450-890 บาท ในขณะที่ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนจากจังหวัดจันทบุรีจากการศึกษาในครั้งนี้มีราคาประมาณ 162- 175 บาท ซึ่งสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ขายในท้องตลาดหลายเท่าตัว พร้อมให้โปรตีนในปริมาณสูง และมีกรดอะมิโนที่มีความสำคัญต่อร่างกายจึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีน อย่างไรก็ตามยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคให้อยู่ในระดับดี โดยเฉพาะในส่วนในเรื่องกลิ่น และรสชาติ เนื้อสัมผัส และกลิ่นของผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้จะช่วยให้ผู้มีเศรษฐกิจไม่ดี สามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโปรตีนได้อย่างทั่วถึง และยังเป็นการนำวัตถุดิบในท้องถิ่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถต่ออายุชีพยืนยาวได้อีกด้วย

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ คือ ใช้การสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) ในการพัฒนาสูตรอาหารเสริมโปรตีนจากจังหวัดจันทบุรี ซึ่งกลุ่มตัวอย่างอาจไม่เป็นตัวแทนของประชากรเป้าหมายอย่างแท้จริง เนื่องจากคัดเลือกจากผู้ที่สะดวกเข้าร่วมในช่วงเวลานั้น ทำให้เกิดความเอนเอียงในการตอบแบบสอบถามหรือการประเมินความพึงพอใจได้ ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำและความสามารถในการสรุปผลไปยังกลุ่มประชากรทั่วไปได้อย่างจำกัด หากต้องการลดข้อจำกัดนี้ในการศึกษาครั้งถัดไปควรใช้วิธีสุ่มอย่างเป็นระบบหรือแบบมีโครงสร้างมากขึ้น เช่น การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified sampling) หรือสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์แนะนำและผู้เข้าร่วมวิจัยทำให้เกิดคุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

1. https://drwellnessx.com/plantbase/?utm_source=chatspt.com
2. ฉัญนิชา หวลบุตรดา, พัชรินทร์ อัจฉนาภิตติ, ธนิกันต์ แสงนิ่ม, & กัมปนาท หวลบุตรดา. (2566). อาหารทางการแพทย์สำหรับผู้สูงอายุ: โรคเกี่ยวกับภาวะทุพโภชนาการ. วารสารโภชนาการ, 17(1), 2–10.
3. ไพโรจน์ วิริยจारी. (2545). การประเมินทางประสาทสัมผัส. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
4. สุภาจิต ชุกกลิ่น. (2563). การพัฒนาขนมขบเคี้ยวจากข้าวไร้พื้นเมืองนครเสริมโปรตีนผงจังหวัดจันทบุรีด้วยเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์สกรูผลิตภัณฑ์ทางการค้า. นครศรีธรรมราช: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
5. อัจฉรา ตลวิทยาคุณ, จิรภัทร ไกรสมรส, ปฏิภาณ จันทศิริ, วิศรา วุฒิชชาติ, & อำไพ สงวนแว. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจังหวัดจันทบุรี. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 15(1), 60–73.
6. เอมอร ชัยประทีป. (2558). ผงชูรสกับโรคที่เกิดจากความเสื่อมของระบบประสาท. วารสารวิจัยสาธารณสุข มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 8(3), กรกฎาคม–กันยายน.

7. Coelho, H. J., Calvani, R., Tosato, M., Landi, F., Picca, A., & Marzetti, E. (2022). Protein intake and physical function in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 81, 101731.
8. Coelho, H. J., Calvani, R., Tosato, M., Landi, F., Picca, A., & Marzetti, E. (2022). Protein intake and physical function in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 81, 101731.
9. Gorissen, S. H. M., Crombag, J. J. R., Senden, J. M. G., Waterval, W. A. H., Bierau, J., Verdijk, L. B., et al. (2018). Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids*, 50(12), 1685–1695.
<https://doi.org/10.1007/s00726-018-2640-5>
10. Panas, J., Nicha, S., Aisawan, P., Natthapapath, B., Supawan, B., & Narittaya, V. (2023). Effects of High-protein, Leucine-enriched Oral Nutritional Supplement and Resistance Exercise on Physical Performance among Malnourished Older Adults with Sarcopenia. *Journal of Food and Nutrition Research*, 11(2), 125–135.
11. Pasiakos, S. M., McLellan, T. M., & Lieberman, H. R. (2015). The effects of protein supplements on muscle mass, strength, and aerobic and anaerobic power in healthy adults: a systematic review. *Sports Medicine*, 45(1), 111–131.
<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0242-2>
12. Udomsil, N., Imsoonthornrukxa, S., Gosalawit, C., & Ketudat-Cairns, M. (2019). Nutritional values and functional properties of house cricket (*Acheta domesticus*) and field cricket (*Gryllus bimaculatus*). *Food Science and Technology Research*, 25(4), 597–605.
<https://doi.org/10.3136/fstr.25.597>
13. Wu, G. (2021). Functional amino acids in nutrition and health. *Amino Acids*, 53(4), 517–529.
<https://doi.org/10.1007/s00726-020-02930-9>